

**Proximity sensing system for autonomous device with motor driven wheels - uses transmitter bing stripe shaped ultrasound transducer positioned at front perimeter of device transmitting ultrasonic waves with narrow vertical distribution within wide sector in front of device**

**Patent Assignee: ELECTROLUX AB**

**Inventors: KLEINER M; RIISE B**

**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
WO 9741451	A1	19971106	WO 97SE625	A	19970414	199750	B
SE 9601664	A	19971031	SE 961664	A	19960430	199804	
AU 9727955	A	19971119	AU 9727955	A	19970414	199812	
SE 506907	C2	19980302	SE 961664	A	19960430	199815	
EP 835459	A1	19980415	EP 97922230	A	19970414	199819	
			WO 97SE625	A	19970414		
US 5935179	A	19990810	WO 97SE625	A	19970414	199938	
			US 97998705	A	19971229		
JP 11510935	W	19990921	JP 97538789	A	19970414	199950	
			WO 97SE625	A	19970414		
AU 713488	B	19991202	AU 9727955	A	19970414	200008	
KR 99028622	A	19990415	WO 97SE625	A	19970414	200027	
			KR 97709944	A	19971230		
EP 835459	B1	20010926	EP 97922230	A	19970414	200157	
			WO 97SE625	A	19970414		
DE 69706935	E	20011031	DE 606935	A	19970414	200173	
			EP 97922230	A	19970414		
			WO 97SE625	A	19970414		
ES 2165054	T3	20020301	EP 97922230	A	19970414	200229	
KR 317460	B	20020321	WO 97SE625	A	19970414	200265	
			KR 97709944	A	19971230		

**Priority Applications (Number Kind Date):** SE 961664 A ( 19960430)

**Cited Patents:** US 4638445 ; US 4751658 ; US 5170352 ; US 5276618 ; US 5377106

**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
WO 9741451	A1	E	25	G01S-015/93	
Designated States (National): AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY CA CH CN CU CZ DE DK EE ES FI GB GE GH HU IL IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MD MG MK MN MW MX NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK TJ TM TR TT UA UG US UZ VN YU					

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK EA ES FI FR GB GH GR IE IT KE LS LU MC MW NL OA PT SD SE SZ UG					
AU 9727955	A				Based on patent WO 9741451
EP 835459	A1	E			Based on patent WO 9741451
Designated States (Regional): BE DE ES FR GB IT LU NL					
US 5935179	A				Cont of application WO 97SE625
JP 11510935	W		29	G05D-001/02	Based on patent WO 9741451
AU 713488	B				Previous Publ. patent AU 9727955
					Based on patent WO 9741451
KR 99028622	A			G01S-015/93	Based on patent WO 9741451
EP 835459	B1	E		G01S-015/93	Based on patent WO 9741451
Designated States (Regional): BE DE ES FR GB IT LU NL					
DE 69706935	E			G01S-015/93	Based on patent EP 835459
					Based on patent WO 9741451
ES 2165054	T3			G01S-015/93	Based on patent EP 835459
KR 317460	B			G01S-015/93	Previous Publ. patent KR 99028622

#### **Abstract:**

WO 9741451 A

The sensing system is for an autonomous device provided with motor driven wheels (17 and 18) for carrying out a specific cleaning function. The device has members for its orientation and guidance using a microprocessor system forming a proximity sensing system with a transmitter and receiver and mechanical sensor (16) in the form of a forward directed bumper.

The transmitter is a stripe shaped ultrasound transducer (10) positioned at the front perimeter of the device transmitting ultrasonic waves with a narrow vertical distribution within a wide sector in front of the device.

USE - Relates to self orientating device such as vacuum cleaning device for orientation in immediate surroundings using ultrasonic sonar system offering advantageous sensing of obstacles in course of moving autonomous device.

ADVANTAGE - Is cheap to produce and presents large bandwidth, high directivity resulting in high sensitivity at receiver and at same time giving very robust apparatus.

Derwent World Patents Index  
© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.  
Dialog® File Number 351 Accession Number 11573419

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
G 0 5 D 1/02		G 0 5 D 1/02 J
G 0 1 S 15/93		A 4 7 L 9/00 1 0 2 Z
// A 4 7 L 9/00	1 0 2	9/28 E
9/28		H 0 4 R 17/00 3 3 2 Y
H 0 4 R 17/00	3 3 2	G 0 1 S 15/93
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 29 頁)		

(21) 出願番号 特願平9-538789  
 (86) (22) 出願日 平成9年(1997) 4月14日  
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 12月24日  
 (86) 国際出願番号 P C T / S E 9 7 / 0 0 6 2 5  
 (87) 国際公開番号 W O 9 7 / 4 1 4 5 1  
 (87) 国際公開日 平成9年(1997) 11月6日  
 (31) 優先権主張番号 9 6 0 1 6 6 4 - 7  
 (32) 優先日 1996年4月30日  
 (33) 優先権主張国 スウェーデン (S E)

(71) 出願人 アクティボラゲット エレクトロルクス  
 スウェーデン国 エス-105 45 ストックホルム ルクスバッケン 1  
 (72) 発明者 クライナー、メンデル  
 スウェーデン国 エス-436 51 ホヴァス ヘーガリッド 1  
 (72) 発明者 リーセ、ビョルン  
 スウェーデン国 エス-191 46 ソレンテウナ ヒョルトヴェーゲン 3  
 (74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自己方向決定装置用のシステムと装置

## (57) 【要約】

本発明は、近接検出システム、および1対の独立した従動車(17, 18)を具備する真空掃除機に似た自律装置を開示する。自律装置には、近接順応用、および誘導用としてマイクロプロセッサ・システム、並びに少なくとも1個の超音波送信機と超音波受信機からなるソナー・システムが包含される。さらに機械式タッチセンサも、超音波送信機と受信マイクロフォン・ユニットを保持する順方向指向緩衝器(16)の形態で使用されている。機械式緩衝器は可動装置の順路中で自律装置が障害物に遭遇した場合に少なくとも1個のタッチセンサを作動させる。超音波送信機は自律装置の前方に配置されるストライプ形超音波変換器(10)であって、広セクタ中で狭垂直分布を有する超音波の電波を自律装置の前方で伝送する。受信機には音声用に中空パイプ(12a, 12b)を装備した若干数のマイクロフォン・ユニット(12)が設けてある。マイクロフォン・ユニット(12)は超音波送信機とともに、可動装置の前方順路中に存在する障害物から反射されるエコーを検出する効率のよいソナー・システムを形成している。

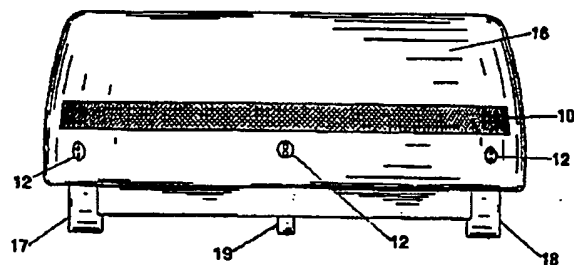


Fig. 2

【特許請求の範囲】

1. 前方へ向けられたバンパーの形態で、少なくとも一つの発信部、一つの受信部及び一つの機械的センサ部を有する近接センシングシステムを形成するマイクロプロセッサシステムによる当該装置の方向決定及びガイドを行うための構成部分と、特定の掃除機能を実行するためのモータ駆動車輪（17、18）とを有する自律型の装置のための近接センシングシステムにおいて、

前記発信部は、前記装置の前部周囲表面に配置された細長形状の超音波トランスデューサー（10）であり、前記装置の前方の幅広い範囲内において鉛直方向に狭く分布する超音波を発信する

ことを特徴とする近接センシングシステム。

2. 請求項1に記載の近接センシングシステムにおいて、

前記発信部は、少なくとも3つの超音波マイクロホンユニットを有する前記受信部とともに、前記装置の周囲表面に取り付けられた半円形の静電容量型フィルムトランスデューサーである

ことを特徴とする近接センシングシステム。

3. 請求項2に記載の近接センシングシステムにおいて、

前記発信部は、細長形状の上部超音波トランスデューサーと、細長形状の下部超音波トランスデューサーとの2つの部分に分割されており、

前記受信部は、前記発信部の2つの部分の間に配置されている

ことを特徴とする近接センシングシステム。

4. 請求項2又は請求項3に記載の近接センシングシステムにおいて、

前記発信部は、発信及び受信される信号の鉛直方向分布をさらに制限するために、前記装置の前部に、前記発信部の表面が前記装置の前部の表面より出ないように取り付けられている

ことを特徴とする近接センシングシステム。

5. 請求項1又は請求項3に記載の近接センシングシステムにおいて、

前記受信部は、複数のマイクロホンユニット（12）を有し、

前記マイクロホンユニットは、各々の前記マイクロホンユニットの指向性パタ

ーンをさらに向上するための音響用の中空管（１２ a、１２ b）を有する  
ことを特徴とする近接センシングシステム。

6．請求項５に記載の近接センシングシステムにおいて、

前記中空管（１２ a、１２ b）は、鉛直面内の指向性を向上するために、互いに鉛直方向に配列されている

ことを特徴とする近接センシングセンサ。

7．請求項５に記載の近接センシングシステムにおいて、

他の一つのマイクロホンユニット（１２）が、壁のトラッキング動作に使用するために、前記装置の一方の側面の方へ向けられている

ことを特徴とする近接センシングシステム。

8．請求項２又は請求項３に記載の近接センシングシステムにおいて、

前記発信部は、短い間隔でパルスを連続して発信することを繰り返し行い、

発信された前記パルスのエコーは、前記受信システムにより、一定の反射距離からの一つのサンプリングされた反射に統合される

ことを特徴とする近接センシングシステム。

9．請求項１から請求項９までのいずれか１項に記載の近接センシングシステムにおいて、

前記機械センサ部（１６）は、前記装置の移動経路において前記装置が障害物と接触した場合に、少なくとも一つの接触センサを作動させる

ことを特徴とする近接センシングシステム。

10．前方へ向けられたバンパーの形態で、少なくとも一つの発信部、一つの受信部及び一つの機械的センサ部を有する近接センシングシステム及びマイクロプロセッサシステムによる当該装置の近接方向決定及びガイドを行うための構成部分と、特定の掃除機能を実行するためのモータ駆動車輪（１７、１８）とを有する自律型の装置のナビゲーション装置において、

前記発信部は、前記装置の前部に配置された細長形状の超音波トランスデューサー（１０）であり、前記装置の前方の幅広い範囲内において鉛直方向に狭く分布する超音波を発信する

ことを特徴とするナビゲーション装置。

11. 請求項10に記載のナビゲーション装置において、

前記発信部は、少なくとも3つの超音波マイクロホンユニットを有する前記受信部とともに、前記装置の周囲表面に取り付けられた半円形の静電容量型フィルムトランスデューサーである

ことを特徴とするナビゲーション装置。

12. 請求項11に記載のナビゲーション装置において、

前記発信部は、細長形状の上部超音波トランスデューサーと、細長形状の下部超音波トランスデューサーとの2つの部分に分割されており、

前記受信部は、前記発信部の2つの部分の間に配置されている

ことを特徴とするナビゲーション装置。

13. 請求項11又は請求項12に記載のナビゲーション装置において、

前記発信部は、発信及び受信される信号の鉛直方向分布をさらに制限するために、前記装置の前部に、前記発信部の表面が前記装置の前部の表面より出ないように取り付けられている

ことを特徴とするナビゲーション装置。

14. 請求項10又は請求項12に記載のナビゲーション装置において、

前記受信部は、複数のマイクロホンユニット(12)を有し、

前記マイクロホンユニットは、各々の前記マイクロホンユニットの指向性パターンをさらに向上するための音響用の中空管(12a、12b)を有する

ことを特徴とするナビゲーション装置。

15. 請求項14に記載のナビゲーション装置において、

前記中空管(12a、12b)は、鉛直面内の指向性を向上するために、互いに鉛直方向に配列されている

ことを特徴とするナビゲーション装置。

16. 請求項14に記載のナビゲーション装置において、

他の一つのマイクロホンユニット(12)が、壁のトラッキング動作に使用するために、前記装置の一方の側面の方へ向けられている

ことを特徴とするナビゲーション装置。

17. 請求項11又は請求項12に記載のナビゲーション装置において、  
前記発信部は、短い間隔でパルスを連続して発信することを繰り返し行い、  
発信された前記パルスのエコーは、前記受信システムにより、一定の反射距離  
からの一つのサンプリングされた反射に統合される

ことを特徴とするナビゲーション装置。

18. 請求項10から請求項16までのいずれか1項に記載のナビゲーション装  
置において、  
前記機械センサ部（16）は、前記装置の移動経路において前記装置が障害物  
と接触した場合に、少なくとも

一つの接触センサを作動させる

ことを特徴とするナビゲーション装置。



## 【発明の詳細な説明】

### 自己方向決定装置用のシステムと装置

#### 技術分野

本発明は、自己方向決定装置、特に（真空）掃除機に関し、より正確には、自律型装置の移動経路中に存在する障害物を有効に検出する超音波ソナー・システムにより隣接環境の中で方向を決定するシステムと装置とに関するものである。

#### 発明の背景

長い間、船舶のレーダなどに類似した、水平方向をスイープするセンシングシステムにより制御される、特に掃除機のような、床面を取り扱う自律型装置などに対する要請があった。

その要望とは、たとえば、あらかじめ決められたパターン、または所定の戦略にしたがって掃除機能を実行でき、同時に室内にある障害物との衝突を回避し、さらに室内の壁との衝突も回避できるように、自律型装置が室内で自己の方向を自身で決定できるということである。

このようなシステムは、国際特許出願 WO 95/26512に同一出願者により開示されており、本明細書に参照用として特に組み入れてある。

このWO 95/26512によるシステムは、まだかなり複雑

で、最初の方向決定に多数の応答装置を余分に使用している。これらの応答装置は掃除されるべき室内のいくつかの場所に配置されており、かつこの応答装置は基準個所として用いられる。WO 95/26512によるシステムの他の特徴は、装置の上部に配置された超音波発信機を利用することである。この発信機は、室内に散在する応答器の位置特定と、近接センシングシステム(proximity sensing system)として可動装置の近くにあり得る障害物を検出することとの双方に使用される。開示された装置の一つの欠点は、帯域幅が制限されているために、死角領域を生じる可能性があることである。

従って、稼動する際に、あいている道を発見するためのより高い能力を示す自動研磨または掃除機の改善された装置を見出す要望がある。この改善装置は、簡単かつ廉価に製作でき、それによって顧客にアピールできる価格が呈示されるよ

うにすべきである。

#### 発明の要約

本発明によれば、自己方向決定装置、特に掃除機、のための近接センシングシステム及び装置が提供される。この近接センシングシステム及び装置は、安価に生産できる発信器システムを備える。発信器システムは、広いバンド幅、高い指向性を有する。このために、受信機の感度が高くなると同時に、非常に丈夫な装置が構成される。

本発明は、前方へ向けられたバンパーの形態で、少なくとも一つの発信部、一つの受信部及び一つの機械的センサ部を有する近接センシングシステムを有する近接超音波センシングシステム及びマイクロプロセッサシステムの形態による、当該装置の近接方向決定及びガイドを行うための構成部分と、特定の掃除機能を実行するためのモータ駆動車輪とを有する自律型の装置のための近接センシングシステム及び装置であって、

機械センサ部は、前記装置の移動経路において前記装置が障害物と接触した場合に、少なくとも一つの接触センサを作動させ、発信部は、装置の前部に配置された細長形状の超音波トランスデューサーであり、装置の前方の幅広い範囲内において鉛直方向に狭く分布する超音波を発信し、受信部は、複数のマイクロホンユニットを有し、マイクロホンユニットは、音響用の中空管を有し、装置の移動経路の前方にある障害物から反射される、装置から発信された超音波のエコーを受信する受信システムの入力部を形成するものを開示している。

本発明の他の目的と利点は従属クレームによって説明される。

#### 図面の説明

本発明は、添付図面を参照することにより好ましい実施態様の形で記述されるものとする。

図1 本発明に取り入れた真空掃除ロボットを具体化し

た自律装置の平面図を示す；

図2 図1の装置の側面図を示す；

- 図3 図1の装置の側面図を示す；  
図4 本発明に取り入れた実施態様を図解説明する図1による装置のハードウェア・ブロック図を示す；  
図5 本発明のシステムに利用したソナートランスデューサーの指向性を図解したグラフを示す；  
図6 ソナーシステム用の裸のマイクロフォンの指向性を図解したグラフを示す；  
図7 本発明のソナーシステムに用いた中空管を備えるマイクロフォンの指向性を図解したグラフを示す；  
図8 音響受信用の中空管を備えたマイクロフォンの垂直切断図である；  
図9 細長形状のトランスデューサーの積層部分の図解である；  
図10 本発明システムの実施態様に用いるソナー発信器のブロック図を示す；  
図11 本発明システムの実施態様に用いるソナー受信器のブロック図を示す；  
図12 障害物が存在しないときの受信信号の例を示す；  
図13 障害物が5 cmと45 cmの距離に存在する場合の受信信号の例を示す。  
好ましい実施形態

#### 一般的な特徴

図1は、自立型電気（真空）掃除機の実施形態を示す平面図である。図示された掃除機は、床の上を独力で移動し、部屋を掃除するものである。掃除機の前部には、超音波発信器が配置されている。発信器は、図2に示すように、細長い形状のトランスデューサー10からなる。トランスデューサー10は、幅が約25 mmで、本装置の前部の周囲表面を150°のオーダーでカバーするだけの長さを有する。図2に示されるように、細長形状のトランスデューサーは、複数のマイクロホンユニット12の上方に取り付けられている。マイクロホンユニット12は、トランスデューサー10とともに、本装置の方向を定めるための超音波ソナーシステムを構成する。トランスデューサーは、前方方向にある可動のバンパーユニット16にその表面がバンパーユニットの表面よりも出ないように配置(c

ountersinked)されている。バンパー16は、左右のバンパー接触センサーを制御する。いずれのバンパー接触センサーも、バンパーが障害物と接触したときに作動する。図2及び図3より明らかなように、本装置は、2つの正反対の位置に配置された車輪17、18を有し、後方に第3の車輪を有する。車輪17、18は、ギアボックスを備えた別々のモータにより、それぞれ独立に駆動される。車輪17、18は、ギアボックスから出ている軸に直接取り付けられている。駆動車輪17、18により、本装置は、その対象中心の周りに回

転することも可能である。車輪17、18に結合されたギアボックスからの軸の各々には、スリットディスクとHPスリットディスクエンコーダが取り付けられている。スリットディスクエンコーダからの方形信号は、本装置を制御するマイクロプロセッサに接続されている。第3の車輪19は、本装置の後部を支持する。車輪19は、垂直軸の周りを回転できるので、その向きは、車輪17、18の駆動状態により定まる。本装置は、バッテリー等を載せることにより、3つの車輪全てが常に床と接触するように、本装置の後ろ半分がやや重くなるようにバランスがとられている。このようなバランスをとっていることから、本装置は、フローカーペット等の縁を簡単に越えることができる。なお、バランスは、本装置内のチルトスイッチによっても検知されている。

上記と異なる実施形態では、細長形状のトランスデューサーは、上側部分と下側部分の2つの細長い形状のトランスデューサーに分割される。この場合には、複数のマイクロホンユニットは、上記ソナー発信器の2つの部分の間に配置される。

図4は、図1、2及び3に示した装置のハードウェアを示すブロック図である。ハードウェアは、基本的には、モトローラ社製のMC68332型データプロセッサの周りに構築されている。スリットディスクエンコーダからの信号は、MC68332の時間処理ユニット(TPU)に入力される。QDECモードで動作するプロセッ

サは、左右の車輪用のモータに、ドライバーを介して、1回転当たり2000ス

リットの精度で位置情報を与える。車輪用のモータは、メインプロセッサ内の時間処理ユニットからのチャネルにより生成される5kHzのパルス幅変調信号により制御される。プロセッサは、2つの他のモータをも制御する。その一方のモータは、ブラシを回転させるためのものであり、他の一方のモータは、掃除機の一般的な機能として必要とされるバキュームを生成するファンを回転させるためのものである。ファン用のモータからの空気は、一般的な方法による冷却にも利用される。また、ファン用モータからのエアは、本装置の上部にある、ひだ状の出口より排気される。

プロセッサは、種々の異なるタイプのメモリに保存されたソフトウェアにより制御される。このようなメモリとしては、コンピュータ技術の当業者によく知られているFPROM、RAM及びEEPROM等がある。制御システムとの通信は、標準的なRS-232インターフェイスで行われる。さらに、プロセッサは、独自のクロックシステムを有する。クロックシステムは、先行技術において、公知のものである。図4に示されたシステムは、さらに3つの接触スイッチ、L-バンパー、R-バンパー及びチルトスイッチを有する。また、図4のシステムは、ソナー位置検出システム用の発信器と受信機とを有する。ソナー位置検出システムは、本発明に係るシステムの一部分を構築するものであり、これについては、

以下に詳細に説明する。

#### ソナー位置測定システム

図示した実施形態では、障害物検出サブシステムは、超音波ソナー及びバンパーからなる。ソナーは、本装置の移動経路上にある障害物を検出することに使用されるもので、最も近くにある障害物の位置を正確に求めるとともに、床の存在を検出するものである。本装置の周囲には、半円形の静電容量型フィルムトランスデューサーが、3つのマイクロホンとともに取り付けられている。このトランスデューサーは、障害物を検出するために設けられており、実質的に縦形状(vertical profile)を有している。床及び階段を検出するために、2つの駆動車輪の前に、2つの圧電性のビーパー(piezoelectric beeper)がマイクロホンとともに

下向きに取り付けられている。パンパーは、各々の側面に接触スイッチを一つずつ有している。この接触スイッチは、検知されなかった障害物にぶつかった場合に、緊急に停止するために使用される。

トランスデューサーの物理的に細長い形状は、そのビームパターンを水平方向に広く、鉛直方向に狭く分布させる。図4には、45度のトランスデューサーについての典型的なビームパターンが示されている。図において、ビームパターンは、前方高さ方向の角度が $-10^{\circ}$ から $+10^{\circ}$ の著しく狭いパターンとなっている。分配され

た音響源を使用することは、デットゾーンを最小限とし、障害物が存在する近傍領域における検出を容易とする。指向性のない音響源を利用するということは、障害物の位置決定の一部を三角測量によらなければならないことを意味する。そして、三角測量を行うということは、全てのマイクロホンのチャンネルが同じレスポンスを有し、また、その位置と特定すべき物体における反射が、全方向において十分に等しくなければならないということを意味する。

利用できる変換器のタイプは、セルタイプ(Sell type)の片面静電型トランスデューサーである。このトランスデューサーは、静電力により動作する。図9は、セル型トランスデューサーの積層部を示すものである。このセル型トランスデューサーは、波形をした電気伝導性のあるバックプレーン30を備える。バックプレーン30は、一般に音響を透過させるものであり、例えばワイヤメッシュ(wire mesh)の形態を有する。波形状によりエアギャップ32が調節され、また、エアギャップの調節により発信器の感度及び最大放射強度が調節される。他方の電極34は、可動のフィルムからなる。このフィルムは、波形状のバックプレーンと接触しない方の面を金属により被覆されている。本実施形態において、細長形状のトランスデューサー10は、まず、内側の基礎曲線構造の周りに波形状の銅フィルムを取り付け、そして、波形状の銅フィルムの上部(Top)に、細長形状の静電型トランス

デューサーの可動部を形成する絶縁された平坦な導電性フィルムを取り付ける。

したがって、導電性フィルムの絶縁部は、波形状の銅フィルムに面している。波形状銅フィルムは、適当なワッフルパターンを有する。なお、本実施形態の装置では、図9に示す一般的なセル型のものと反対の方向に透過することを意図している。トランスデューサーの前には、防護用ワイヤメッシュがさらに配置されている。この防護用ワイヤメッシュは、バンパー16の周りの方形開口に沿って配置されており、 $150^\circ$ のオーダーの前方の角度範囲を覆っている。このように、波形状のフィルムは、トランスデューサーの一方の電極となっており、絶縁された他方のフィルムは、他方の電極となっている。トランスデューサーは、非線形なものとして行うことができる。この場合には、交流信号がバイアス電圧なしで印加されると、その交流信号が整流される。セル型トランスデューサーについてのドキュメンテーションは、例えば、IEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency control, #1 Vol 42, Jan 1995 にあり、その内容は、ここに引用することにより本明細書に導入したものとする。なお、利用したトランスデューサーについては、後にさらに詳述する。

ソナーシステムにおいて重要な他のものとしてマイクロホンがある。マイクロホンは、音響用に鉛直方向に並べられた2本の中空管構造の後方に取り付けられている。このようにするのは、指向性をマイクロホンにもたせる

ためである。図6は、ソナーシステムに適するマイクロホンの水平方向及び鉛直方向の指向性を示している。この図には、 $-100^\circ$  から  $+100^\circ$  までの鉛直面内及び  $-100^\circ$  から  $+100^\circ$  までの水平面内で生じた相対電圧がプロットされている。図6に示されるように、裸のマイクロホンは、ほぼ指向性がない。

鉛直方向に並べられた水平な中空の管（パイプ）又はチューブと、前述した鉛直方向分布が狭い発信器とを用いることにより、床からのエコーや、カーペットの鋭いエッジその他からのエコーを相当に抑制することができる。図7は、図6と同様の図であり、鉛直方向に並べられた2つの水平な中空管（パイプ又はチューブ）とともに用いられたマイクロホンの指向性を示している。図に見られるように、音響用の管を用いることにより、鉛直面内の指向性は大きく改善されている。これにより、床や本装置自身からのエコーが最強となる近傍領域における物

の検出が非常に容易となる。

図8は、2つの中空音響管を有するマイクロホンユニット12の断面図を示している。本実施形態では、2つの管12a及び12bは、直径が2.5mmであり、中心間距離は、4.25mmである。マイクロホンユニットの全体の直径は、8mmのオーダーであり、深さは、約12mmである。このことは、マイクロホン素子12cは、マイクロホンユニット内に約6mm沈んでいることを意味する。

#### 詳細な説明

モトローラのMC68332CPUは、発信器を作動させるために必要なパルス列を直接生成する。トランスデューサー素子は整流を行うので、生成される音の周波数は入力信号の周波数の2倍である。図9は、本システムの実施形態において利用されるソナー発信器の簡単なブロック図である。本実施形態において、信号は、20kHzの信号の3周期からなる。また、そのデューティサイクルは40%である。この信号は、PSP(Position Synchronized Pulse Generator)モードで動作している時間処理ユニット(TPU)のチャンネル0より生成される。タイムリファレンス(time reference)は、PMA(Period Measurement With Additional Transition Detection)モードで動作するチャンネル1で決定される。(PSP及びPMAについてのより詳しい情報は、Application Notes TPUPN14/D 及び TPUPN15A/D にある)。PMAは、E2CLKに入力されるクロック、及び、等間隔のパルスと特定のポイントにおける付加的なパルスからなる入力信号を必要とする。この信号は、キューシリアルモジュール(QSM)からのPCSO信号より生成される。キューシリアルモジュールも、MC68332CPU内の集積デバイスである。発信されたバーストの周波数及びデューティサイクルは、PSP機能のプログラムを変更することで変えることができる。バースト

長(パルス数)は、QSMからのPCSO信号のプログラムを変更することで制御できる。上記の全ては、当業者にとって自明のソフトウェアモジュール(不図示)によりなされる。



図10には、MC68332CPUからの信号が電界効果型スイッチ、FET、に出力されているところが示されている。FETは、そのソース電極を設置しており、また、変圧器を介して細長形状の超音波トランスデューサーを駆動している。MC68332CPUによりゲートに鍵をかけられる電界効果型トランジスタのドレインに供給される12ボルトの1次電圧により、変圧器の2次側コイルに600V<sub>pp</sub>のパルスが生じる。トランスデューサーのキャパシタンスと変圧器の2次側コイルのインダクタンスにより、超音波発信器の動作周波数に調整された平行共振回路が構成される。

図11は、受信器の簡単なブロック図である。図11に示されている受信器は、バンドパスフィルターの入力に用いるマイクロホンを、3つのメインマイクロホンの中の一つ又は側面用の特別のマイクロホン（あるいは、駆動輪17、18の前にある2つの床検出マイクロホンの1つ）からマルチプレクサーを用いて選択する。ここで、側面用の特別のマイクロホン（不図示）は、壁を追跡するためのものである。また、バンドパスフィルターの後にはエンベロープディテクターが接続されている。本実施形態におけるマイクロホンは、個別の増幅器に接

続されている。これらの増幅器のゲインは、40dBである。本実施形態のバンドパスフィルターは、6極フィルターであり、40kHzを中心とする15kHzのバンド幅と約40dBのフィルターゲインを有する。プリアンプ等のエンベロープディテクタ及びバンドパスフィルターは、当業者にとってよく知られた標準的な構成からなっている。エンベロープディテクターからの信号は、QSMの制御のもと、12ビットのシリアルA/Dコンバータに入力される。サンプリングは、毎秒40キロサンプルの割合で行われる。また、サンプリングは、超音波バーストの発信の1ミリ秒前に開始され、24ミリ秒後に終了される。A/D変換によりクロックされるQSMは、周辺装置のチップ選択PCS0とPCS1を出力する。PCS1は、位置番号8と16で発出され、割り込みをメインCPUに生じさせて、8個のサンプルがQSM受け入れレジスタに準備されていることを知らせる。QSMは、トランスファーを管理する16個の命令語に対応して16個の受信サンプルを保持することができる。16個の命令語の後、QSMはこれ

を終わりにしてコマンドシーケンスを再開する。このようにしてQSMは、A/D変換を自律的に同期化し、CPUに（TPUチャンネル2を介し、個別の入・出力(DIO)モードで）必要なときだけ割り込む。CPUが予期したサンプルを全て受け取ると、QSMの割り込みは禁止となる。PCSOはサンプル番号1と9で発出され、PMA機能用にベースク

ロックを供給する。“付加的な”遷移を識別するために、付加パルスがその間のいずれかの位置（この場合はサンプル番号6）にプログラムされる。これがチャンネル0内のPSP機能にトリガーをかけ、音を発生するバーストを起動させる。バーストは、受信サイクルあたり1回だけ生成され、受信A/Dサンプリングクロックと完全に同期し、伝送バーストに関してサンプル数を正確な時間で容易に相互関連させるようにする。

#### 受けたデータの分析

受けた生のデータは、3つの部分に分割し、それぞれ異なる目的に利用する。第1に、バーストが発信される前にサンプルされたデータを用いて、バックグラウンドのノイズレベルが計算される。次に、近傍領域が分析される。本実施形態において、近傍領域とは、本装置の周囲表面から13cmまでの範囲をいう。この範囲は、750ミリ秒に相当する範囲である。この時間窓(time window)内では、受けた信号は、床及び本装置自身からのエコーを多く含んでいる。近傍領域における全ての障害物を識別するために、各マイクロホンの典型的な減衰パターンが維持され、受けた信号からその減衰パターンが差し引かれる。図12は、障害物がないときの本実施形態におけるマイクロホンの相対エコー振幅を示す図である。また、図13には、図12と同じマイクロホンの相対エコー振幅であって、距離5及び45cmの位置に障害物

がある場合の振幅を示す。典型的な減衰パターンを差し引いた後に残ったピークは、一定のしきい値と比較される。ピークが、しきい値より上の場合には、そのピークが障害物の存在を示していると考えられる。最後に、近傍領域より遠い領域が、一定のしきい値及び計算されたバックグラウンドのノイズレベルのオフセッ

トより大きなピークについて調べられる。

障害物の正確な位置は、各マイクロホンからの情報のみからでは知ることができない。なぜならば、検出された物体は、エンエリプシス(en ellipsis)上のいずれかに位置しているかもしれないからである。最も近くにある障害物の位置を正確に特定するために、当業者によく知られている標準的な幾何学的方法に従った三角法が利用される。最も近くにある物体に関する距離及び角度のみが計算される。これは、複雑な計算を即時に行わなければならないという事情による。また、上記計算は、本装置が低速走行を行っているとき又は停止しているときのみ行われる。

高速走行を行っている場合には、異なるマイクロホンから得られた情報は、障害物までのおよその距離を取得し、障害物が十分近くにある場合に低速走行に切り換えることに利用される。

#### ナビゲーション

通常、本装置は、障害物に遭遇するまで、直線走行を

行う。前面から40cm、側面から10cmの範囲内で障害物が検出されない場合は、高速で走行する。本実施形態で高速とは、約40cm/sの速度をいう。上記範囲内で障害物が検出されたときは、低速で走行する。低速とは、約14cm/sの速度をいう。数cm以内で障害物が検出された場合には、本装置を停止する。停止後、最も近くにある障害物が確認され、その障害物への角度が新しい走行方向を計算するのに使用される。もし、障害物がいずれかの側面の方へ大きくよっているときは、小さな基礎角度が用いられる。他方、障害物がまっすぐ前方にある場合には、60度の基礎角度が用いられる。基礎角度には、60度以内のランダムな角度が加えられる。これにより本自律型装置は、小さな方向転換で狭い通路を通り抜けることができ、露出した壁の間を効率的にはね回ることができる。本装置の停止と停止の間の距離及び方向転換の回数は監視され、数回の方向転換の後、走行距離が所定の最小距離を越えない場合には、“自由走行モード”から“スタック、ブレイクアウトモード”へモードが切り換えられる。ソナーが“見えない”ものと現に衝突し、そのものがバンパー接触センサによってのみ

検出された場合には、本装置は、まず数センチ後退し、次に、あたかもその物体がその側面において検出されたかのごとく動作する。

本装置は、本装置が停止と停止との間で十分な距離を走行していないということを検出した場合には、あいて

いる通路が発見されるまで、又は、完全に一周するまで、常に方向転換を行うというものにその戦略を変える。短い距離を走行した後、他の障害物が発見された場合には、同じプロセスが繰り返される。この場合に、方向転換の方向は、前回と同じである。障害物に当たらずに、最小距離を走行した場合には、再び”自由走行モード”が採用される。一方、本装置は、障害物が発見し続けると、方向転換を数回繰り返した後に、動作を停止する。

通常、”スタック・ブレイクアウトモード”において本装置は、回転するブラシや吸引用のファン等の他の作動部のスイッチを全て切る。ただし、本装置のサーキットリーを冷却するために、ファンからの空気流が必要であるときは、温度センサの制御のもと、ファンが作動される。

本装置は、掃除を行う場合には、最初に部屋の壁をトラッキングする。好ましい実施形態では、超音波発信器の下のパンパーの中に4つのソナーマイクロホンユニットがある。マイクロホンユニットのうち3つは、前方方向のナビゲーションに用いられる。右側側面に配置された4つ目のマイクロホンユニットは、壁のトラッキングに用いられる。部屋の周りの壁をトラッキングすることによるおおよその調査がなされた後に、本装置は、ランダムな方法による掃除を始める。掃除は、本装置が、アクセス可能な表面がほぼ全てカバーされたと評価するまで継続される。

乱数の発生には、合同タイプ(congruential type)の標準的な偽似乱数発生器が用いられる。各々の独立したランで異なるシーケンスを用いるために、シードとして11ビットの乱数が用いられる。この乱数は、11のアナログ入力の各々をA/D変換した値の最上位ビットを用いて生成される。

種々の修正や変更が付属クレームにおいて定義される本発明の精神と範囲から

逸脱することなくなされることが当業者により理解されよう。

【図1】

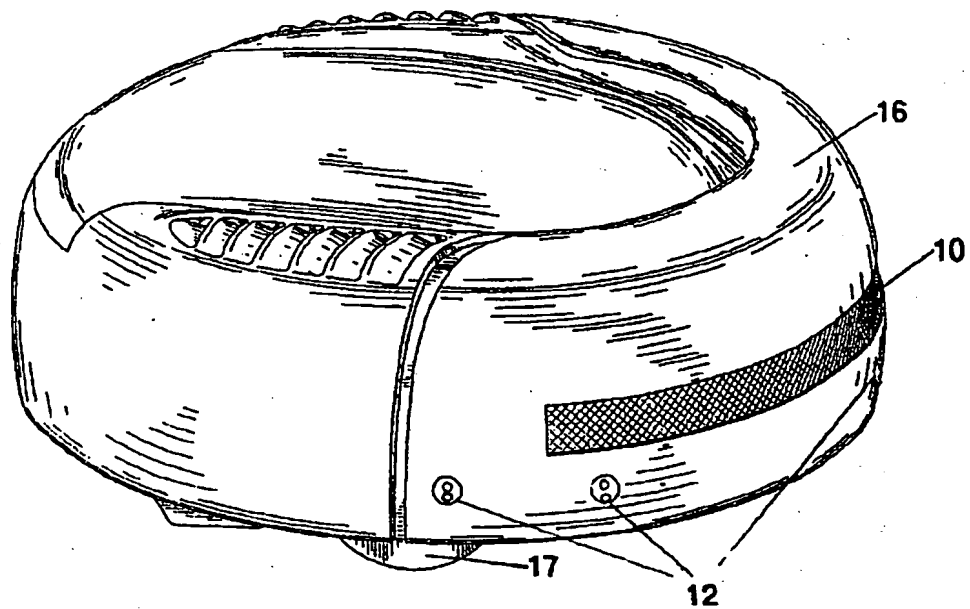


Fig. 1

【図2】

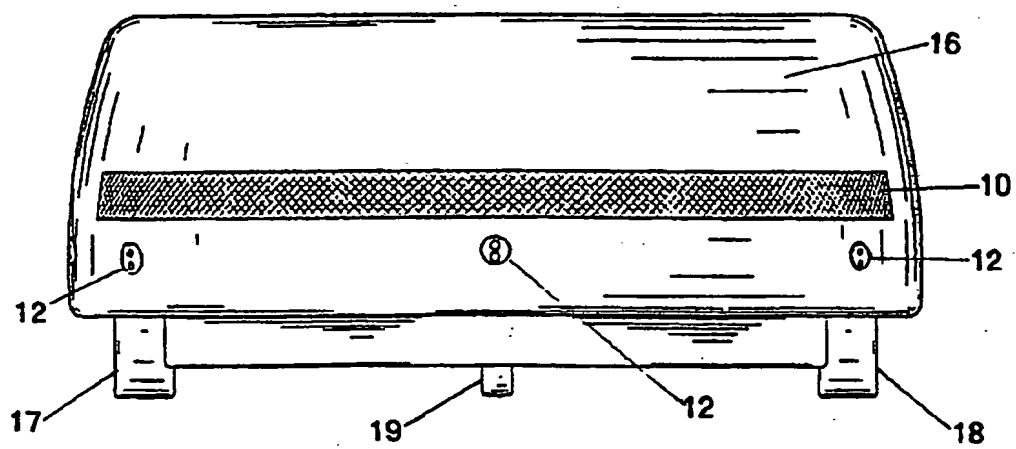


Fig. 2

【図 3】

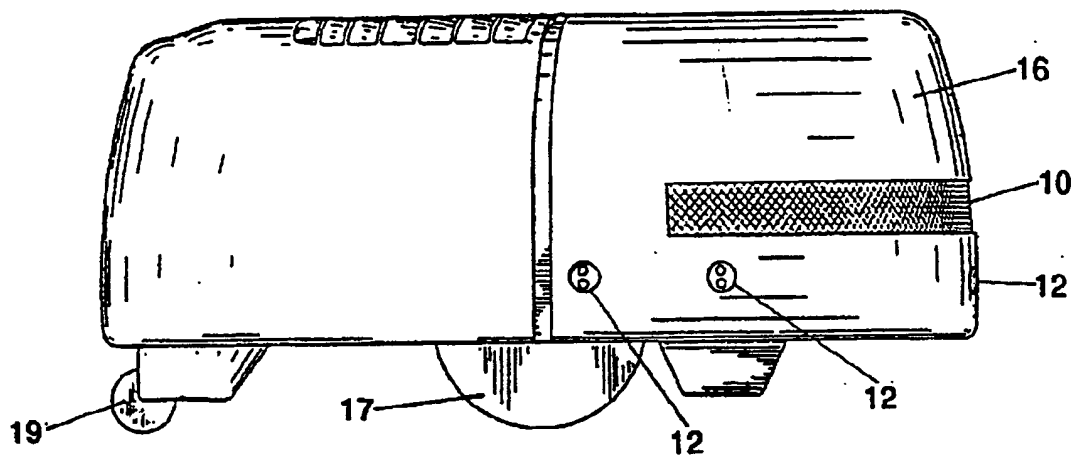


Fig. 3

【図 5】

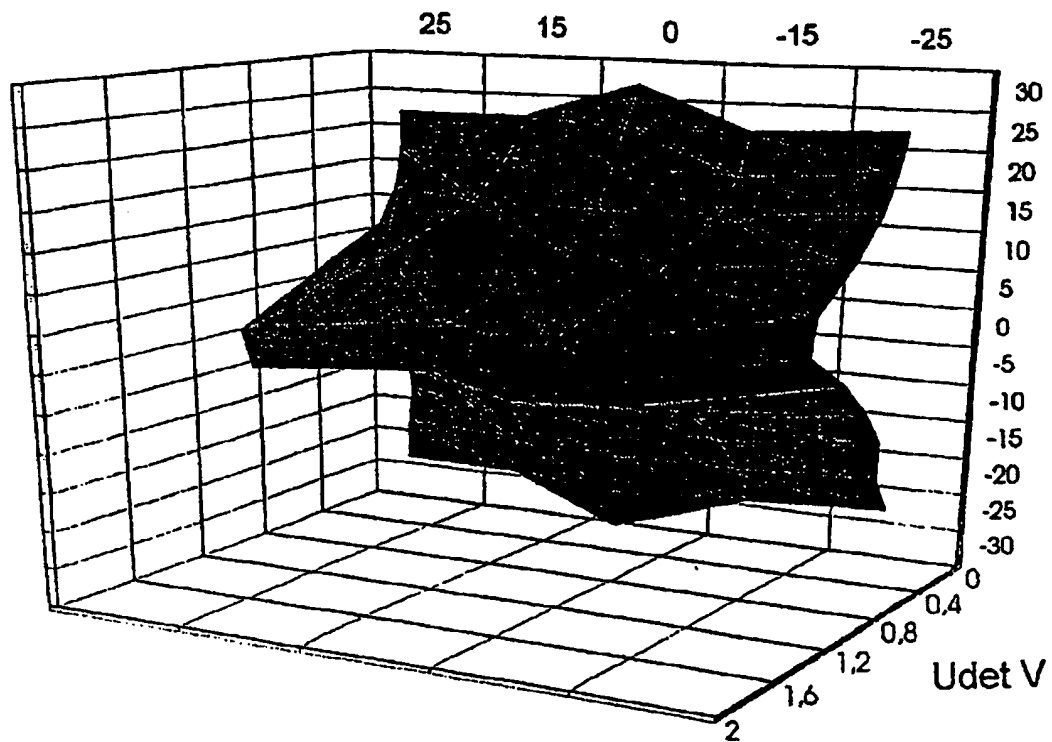


Fig. 5

【図 4】

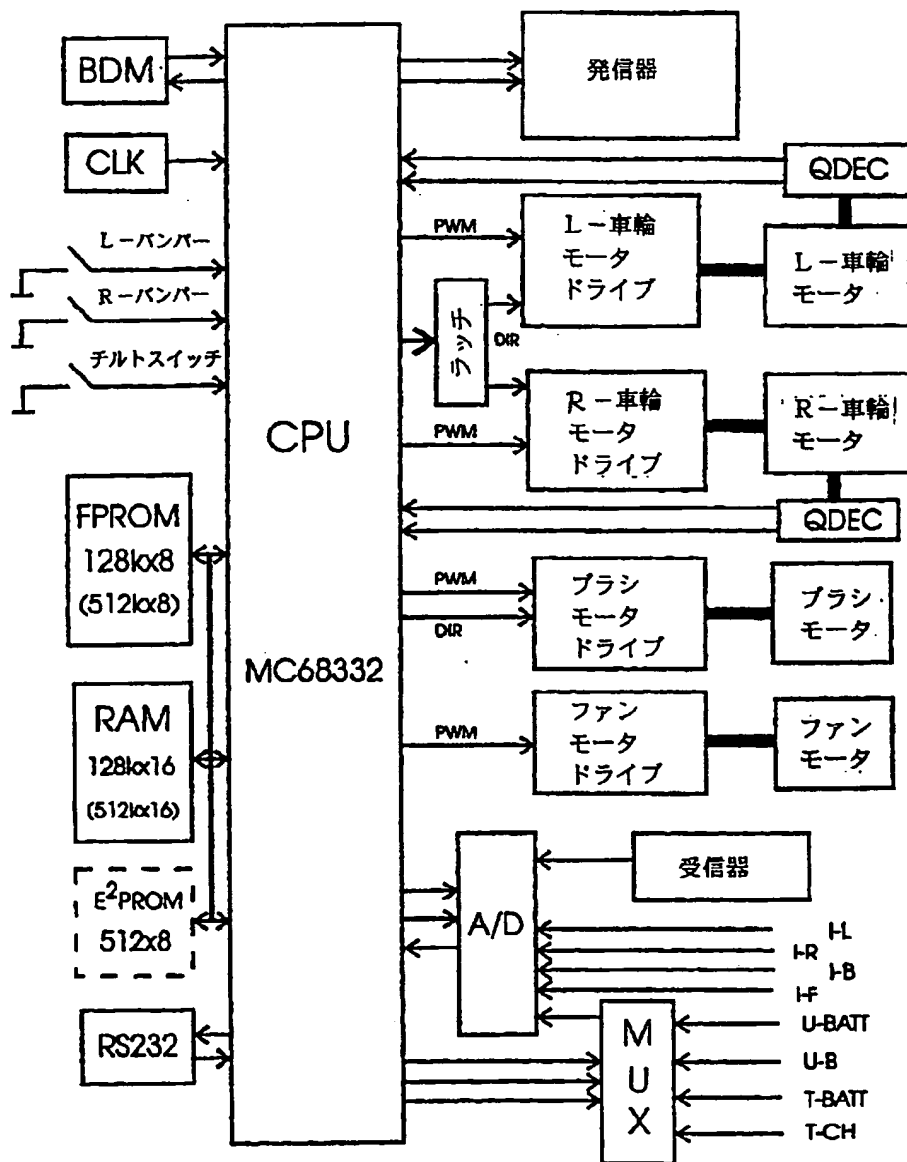


Fig. 4

【图6】

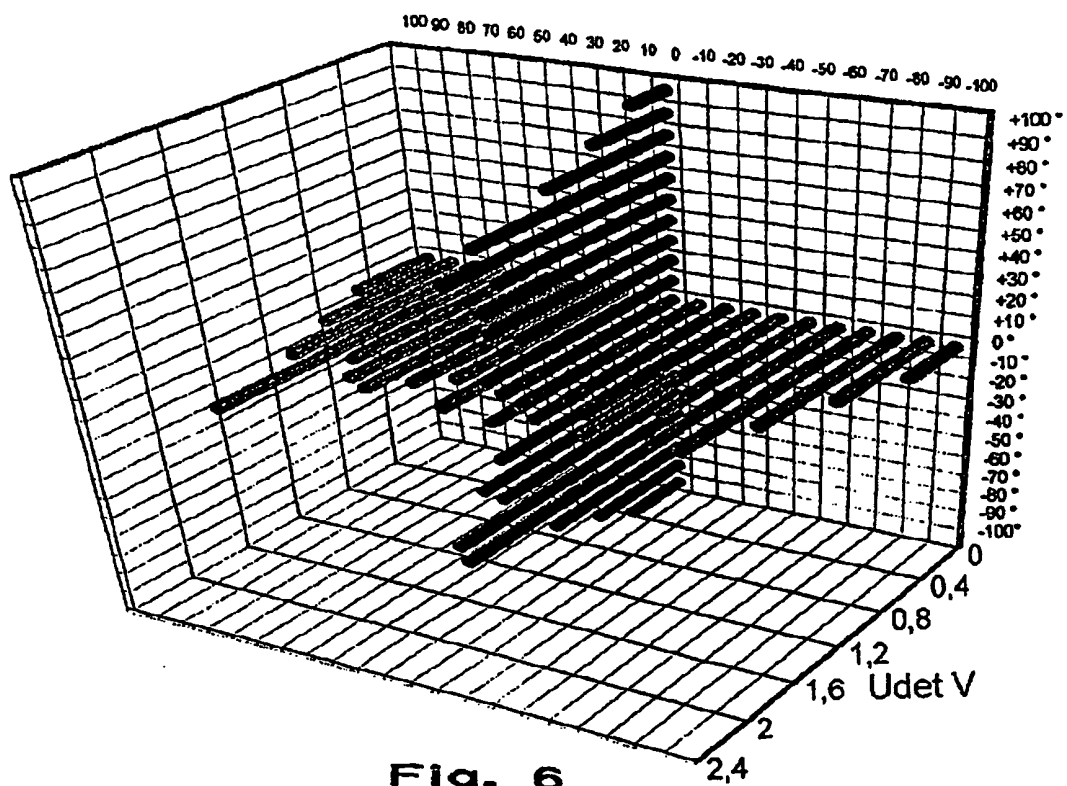


Fig. 6



【図7】

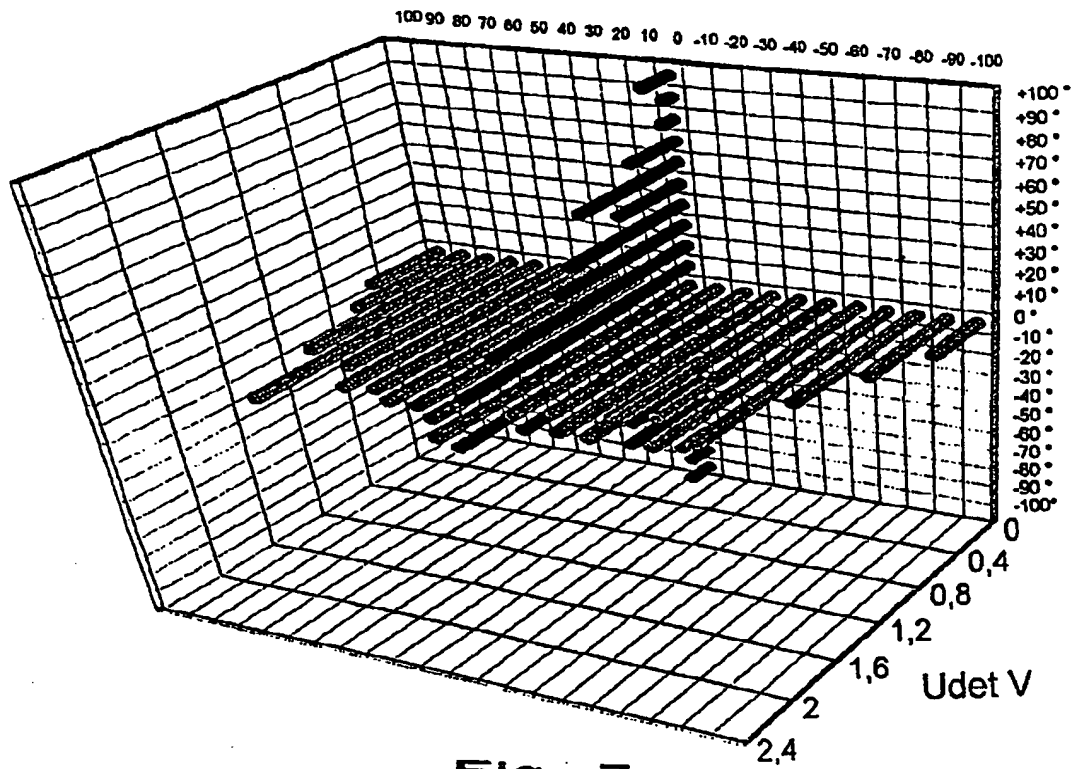


Fig. 7

【図8】

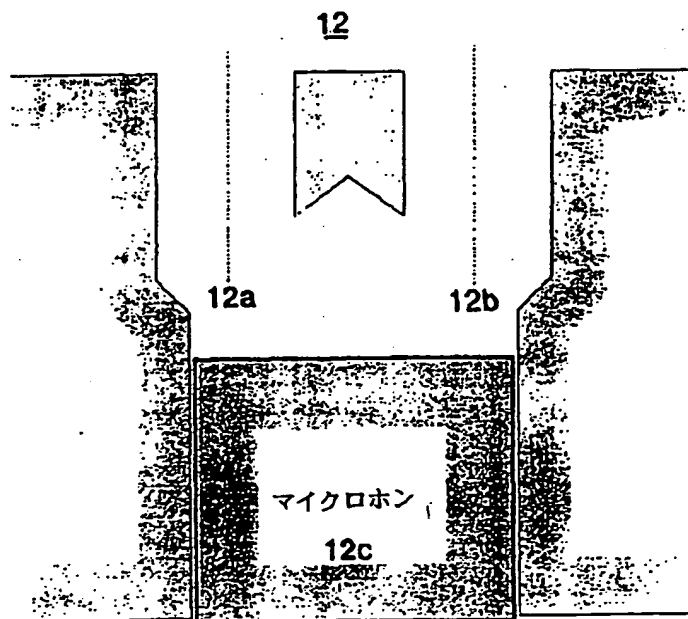


Fig. 8

【図9】

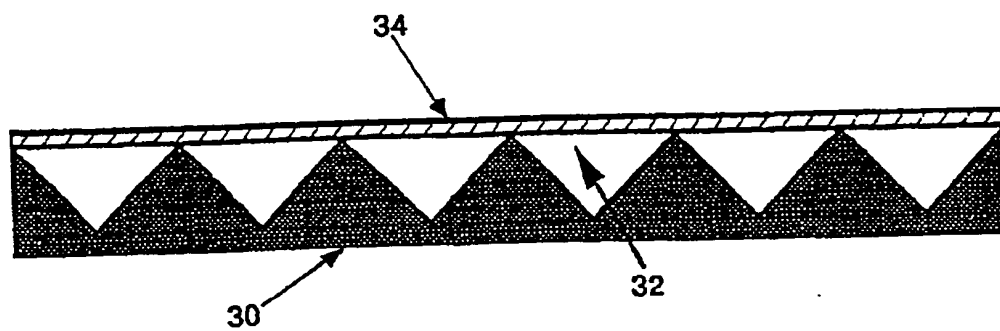


Fig. 9

【図10】

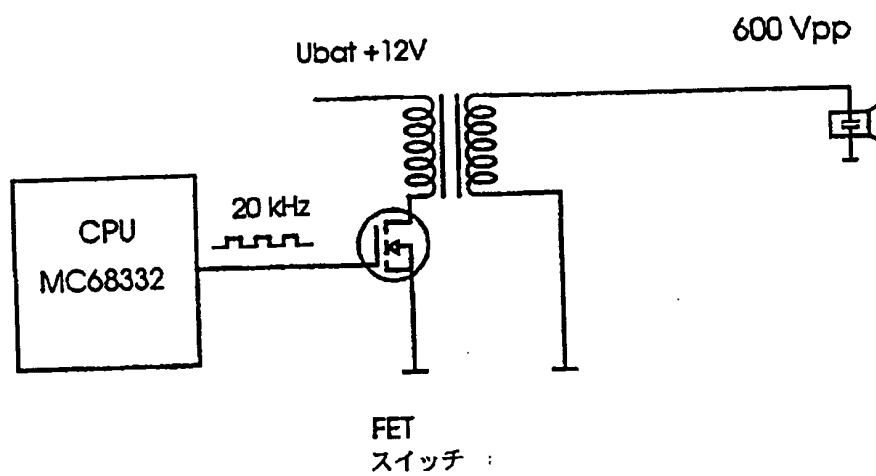


Fig. 10

【图 1 1】

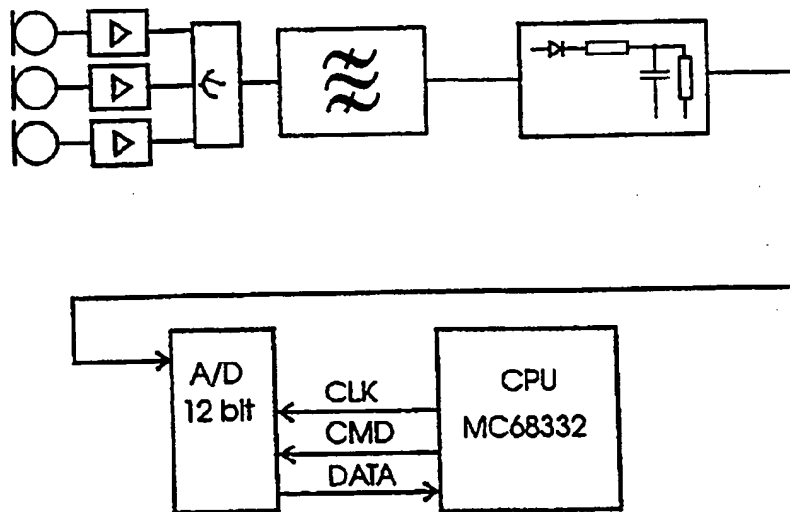


Fig. 11

【图 1 2】

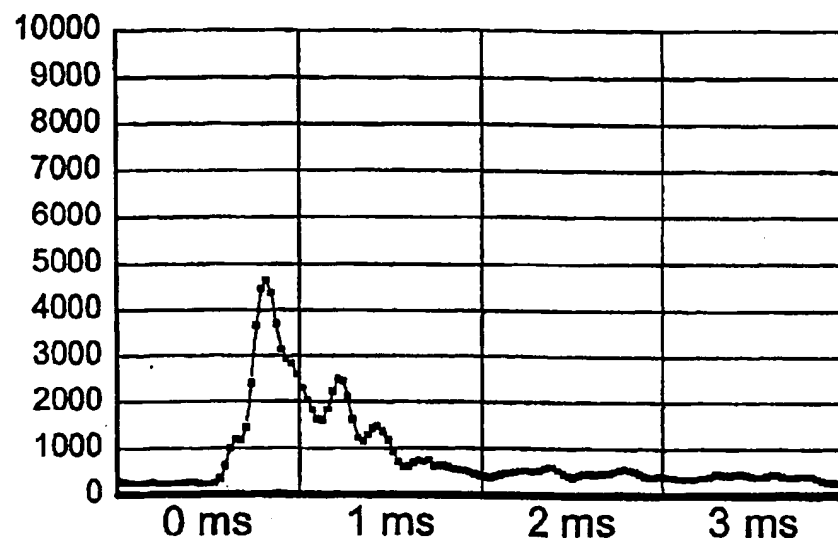


Fig. 12

【図13】

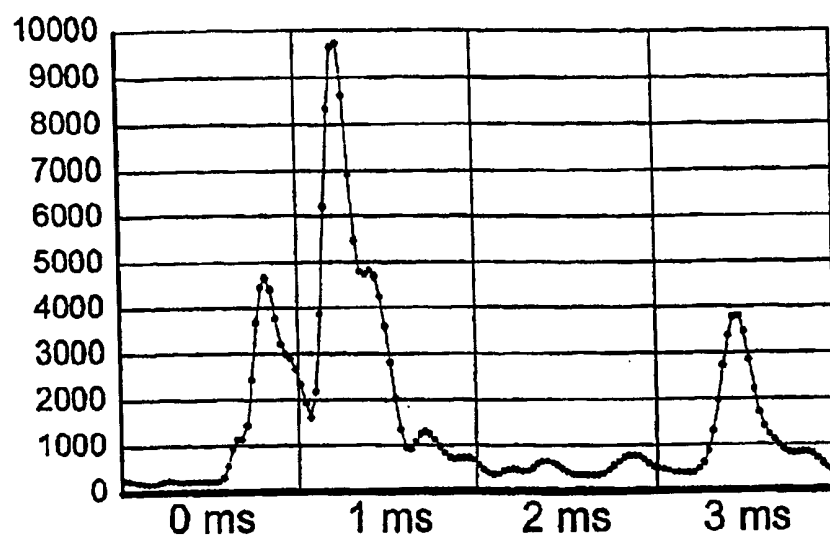


Fig. 13

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE 97/00625

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
IPC6: G01S 15/93, G05D 1/03 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC6: G01S, G05D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
WPI		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5377106 A (GERHARD DRUNK ET AL), 27 December 1994 (27.12.94), figures 11-16, abstract	1-18
	--	
A	US 5276618 A (HOBART R. EVERETT, JR), 4 January 1994 (04.01.94), figure 1, abstract	1-18
	--	
A	US 4751658 A (MARK B. KADONOFF ET AL), 14 June 1988 (14.06.88), figure 1, abstract	1-18
	--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document has published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
4 Sept. 1997		08-09-1997
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Göran Magnusson Telephone No. +46 8 782 25 00

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE 97/00625

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5170352 A (LOUIS S. MCTAMANEY ET AL), 8 December 1992 (08.12.92), column 2, line 46 - line 51, figure 1 —	1-18
A	US 4638445 A (PAUL J. MATTABONI), 20 January 1987 (20.01.87), figures 1,7, abstract — -----	1-18

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

06/08/97

International application No.  
PCT/SE 97/00625

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5377106 A	27/12/94	AT 129821 T DE 3709627 A DE 3854649 D EP 0378528 A,B JP 3500098 T WO 8807711 A	15/11/95 13/10/88 00/00/00 25/07/90 10/01/91 06/10/88
US 5276618 A	04/01/94	NONE	
US 4751658 A	14/06/88	AU 7434387 A EP 0271523 A JP 63502227 T WO 8707056 A	01/12/87 22/06/88 25/08/88 19/11/87
US 5170352 A	08/12/92	NONE	
US 4638445 A	20/01/87	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L  
U, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF  
, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG), AP(GH, KE, LS, MW, S  
D, SZ, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ  
, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU  
, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH,  
CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, G  
B, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG  
, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, N  
O, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG  
, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG,  
US, UZ, VN, YU



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**